**Задание для группы 2231 по дисциплине «Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений» преподаватель Калачёва С. В.**

**Выполненные практические задания отправлять на электронную почту svetuln@mail.ru**

**Практическое занятие № 1**

**Определение проницаемости коллекторов**

Цель работы.

Студент должен **знать**: общие сведения о породах-коллекторах, гранулометрический состав, проницаемость коллекторов, линейный закон фильтрации.

Студент должен **уметь**: определять коэффициент проницаемости коллекторов.

Пояснения к работе.

Жидкость (вода, нефть), а также газ под землей содержатся в пустотах между твердыми частицами горных пород. Породы, содержащие жидкости и газ и отдающие их при разработке, называются коллекторами. Для породы-коллектора важны как количество пустот и их размеры (этим определяется емкость коллектора), так и сообщаемость пустот между собой (этим определяются возможность движения, возможность отдачи жидкости и газа из породы при разработке).

Проницаемость пористой среды – это способность среды пропускать (фильтровать) через себя жидкость и газы при наличии перепада давления.

Коэффициент проницаемости определяется по формуле:

**k** = ;

где: Q- объемный расход жидкости, м3/с;

µ- вязкость жидкости, Па;

**-** перепад давления, Па;

- длина пористой среды, м;

- площадь поперечного сечения пористой среды, м2;

k- коэффициент проницаемости.

Молекулярные силы, действующие на воду, нефть и газ в горных породах

Эти силы характеризуются следующими величинами:

**σ(сигма) –** поверхностное натяжение – стремление уменьшить до минимума свободную поверхность жидкости (силы сцепления молекул друг с другом), измеряется в

**θ(тета) –** угол смачивания – угол между твердым телом и касательной, проведенной к поверхности смачивающей жидкости. Измеряется в угловых градусах.

Капиллярное поднятие в породе зависит от угла смачивания и силы поверхностного натяжения.

Высоту капиллярного поднятия можно определить по формуле:

hв= - (для воды)

hн= - высота капиллярного поднятия воды в нефтеносной породе;

где:

- радиус пор (капилляров) (см);

- ускорение свободного падения = 981 см/с2;

**-** плотность воды (г/см3);

**-** плотность нефти (г/см3).

**Контрольные вопросы**

1. Какие породы называются коллекторами?
2. На чем основано количественное определение коэффициента проницаемости?
3. Какие горные породы-коллекторы обладают наилучшей проницаемостью?
4. Что такое поверхностное натяжение, избирательное смачивание и капиллярные явления?

**Задача (пример)**

Определить высоту капиллярной каймы в зоне раздела вода-нефть, если поверхностное натяжение воды – 10 дин/см,

Плотность воды – 1,01 г/см3, нефти – 0,91 г/см3, средний радиус капилляров – 0,005 мм. Угол смачивания принять 00.

Дано:

σ = 10 дин/см, г/см3, = 0,91 г/см3,

= 0,005 мм=5 х 10-4см, θ = 00

Анализ и решение:

Для определения высоты капиллярного поднятия используем формулу:

h= , все величины должны вводиться в одной системе (СГС).

h= 4 х 102 см = 4 м.

Ответ: высота капиллярной каймы – 4 м.

**Задачи для самостоятельного решения**

Задача № 1

Определить поверхностное натяжение воды в капиллярных порах суглинков (𝐳ср = 0,0005 мм), если высота капиллярной каймы составляет 10 м, (плотность воды принять1 г/см3, а угол смачивания принять равным О0.

Задача № 2

Если при заполнении пор грунта объемом 200 см3 керосином потребовалось 30 см3 керосина, то какое будет поднятие воды в породе, если насытить поры щелочной водой (σ = 1 дин/см).

Задача № 3

Определить высоту капиллярного поднятия воды в нефтяном пласте, если поверхностное натяжение составляет 25 дин/см; радиус капилляров – 5 х 10-3 мм; плотность воды – 1 г/см3; нефти – 0,89 г/см3. Угол смачивания – О0.

Задача № 4

В суглинистой породе со средним радиусом капилляров 5 х 10-4 мм высота капиллярной каймы составляет 5 м. Определить поверхностное натяжение воды в суглинках, если ее плотность составляет 1 г/см3, а угол смачивания О0.

**Практическая работа № 2**

**Определение пористости коллекторов**

Цель работы.

Студент должен **знать**: типы пород-коллекторов, группы гранулометрического состава, первичные и вторичные пустоты, общую(абсолютную) и открытую пористость.

Студент должен **уметь**: определять пористость коллекторов.

Пояснения к работе.

Все породы-коллектора подразделяются на три типа: зернистые, трещинные и промежуточные. Гранулометрический состав пород определяется ситовым и гидравлическими методами. Ситовой метод основан на просеивании размельченного образца породы через набор сит. Гидравлический метод основан на различии скорости осаждения частиц неодинакового размера. Все результаты гранулометрического анализа представляют в виде таблиц, циклограмм, столбчатых диаграмм(гистограмм) и кумулятивных кривых.

Пористость пород (грунта) – это отношение объема пор грунта к объему всего грунта:

**n**= ;

где:

- объем пор;

- объем всей породы, в которой измеряется объем пор.

Все пустоты в породах подразделяются на первичные и вторичные. По размеру поры подразделяются на сверхкапиллярные, капиллярные и субкапиллярные. Различают общую и открытую пористость.

**Контрольные вопросы**

1. Какие пустоты относятся к первичным?
2. Какие пустоты относятся к вторичным?
3. Что такое общая (абсолютная) пористость?
4. Что такое открытая пористость?
5. Что определяет пористость коллекторов?

**Задача (пример)**

Определить пористость грунта, если в естественном сложении 100 см3 грунта весят 180 г., а плотность слагающих грунт минералов – 2,5 г/см3.

Результат выразить в процентах.

Дано:

= 100 см3;

**Тm**= 180 г;

**Ρm** = 2,5 г/см3.

Анализ и решение:

Для определения пористости необходимо знать часть объема, занимаемого порами в 100 см3 породы:

**n** = ;

= –- объем пор есть разность между объемом всего грунта и объемом, занимаемым твердой минеральной частью породы.

Объем же минеральной части определяется по формуле:

= → (**Ρ**м = );

Решение:

= – = - = 100 - = 100 – 76 = 24 (см3)

**n** = х 100% = х 100% =24%

Ответ: пористость породы составляет 0,24 (24%).

**Задачи для самостоятельного решения**

Задача № 5

Определить пористость грунта, если в образце поры занимают 28 см3, а минеральная часть – 42 см3.

Задача № 6

Определить открытую пористость, если при заполнении пор грунта объемом 200 см3 керосином потребовалось 30 см3 керосина.

Задача № 7

Определить объем породы массой 1 кг, если ее пористость – 20%, а плотность минеральной части – 2,5 г/см3.

**Практическое занятие № 3**

**Пересчет результатов химических анализов вод из одной формы выражения в другую.**

Цель работы.

Студент должен **знать**: химический состав и физические свойства подземных вод.

Студент должен **уметь**: пересчитывать результаты химических анализов вод из одной формы выражения в другую.

Пояснения к работе.

Формами выражения химических анализов воды, поступающих в геологические организации, являются весовая, эквивалентная и

%- эквивалентная.

Весовая - выражает содержание граммов (или миллиграммов) одного иона в 1 литре раствора.

Эквивалентная- выражает количество эквивалентов, находящихся в 1 литре раствора.

Эквивалент – вес 1 порции иона, вступающей в реакцию, и соответствующий атомному весу и валентности иона, выраженного не в углеродных единицах, а в граммах (миллиграммах). Численно равен атомному весу (А), деленному на валентность (n).

Пример расчёта эквивалента ионов (вес 1 эквивалента):

Na+ - 23 : 1 = 23;

Mg+2  - 24,4 : 2 = 12,2;

Ca+2 - 40,0 : 2 = 20;

Cl- - 35,5 : 1 = 35,5;

SO-24 - (32 + 64) : 2 = 48,0;

HCO-3 – (1 + 12 + 48) : 1 = 61,0

Процент - эквивалентная – показывает процентное количество эквивалентов каждого иона по отношению ко всем ионам в 1 л раствора.

Сумма всех ионов принимается за 100% (или 100% - катионы и 100% - анионы).

**Контрольные вопросы**

1. Методами, какой науки определяют химический состав воды?
2. В чем суть общего, специального, санитарного, бальнеологического и технического анализа состава воды?
3. В какой форме обычно представляют результаты химических анализов воды?

**Задача (пример)**

Выразить в % - эквивалентную форму весовые результаты химического анализа:

Cl- - 3493 мг; SO-24 - 79 мг; HCO-3 - 28 мг;

Na+ - 1235 мг; Mg+2  - 129 мг; Ca+2 - 727 мг.

Решение:

Для выражения весовой формы в эквивалентную необходимо определить количество эквивалентов в растворе:

Cl- - 3493 : 35,5 = 98,4 мг-экв; Na+ - 1235 : 23 = 53,3 мг-экв;

SO-24 - 79 : 48 = 1,5 мг-экв; Mg+2 – 129 : 12,2 = 10,8 мг-экв;

HCO-3 - 28 : 61 = 0,3 мг-экв; Ca+2 - 727 : 20 = 36,3 мг-экв.

Сумма = 100,2 Сумма = 100,4

Принимая каждую сумму за 100%, рассчитываем процентное содержание каждого компонента:

Ответ : Cl- - 98,2 %; SO-24 - 1,5 % ; HCO-3 – 0,3 %;

Na+ - 53,1 %; Mg+2  - 10,7 %; Ca+2 – 36, 2 %.

**Задачи для самостоятельного решения**

Задача № 8

Определить % - эквивалентное содержание в растворе следующих ионов, данных в весовой форме:

**1-а** Cl- - 106 г Ca - 40 г

SO4 - 96 г Mg - 24 г

HCO3 – 0 Na - 23 г

**1-б** Cl- - 35,5 г Ca - 30 г

SO4 - 120 г Mg - 18 г

HCO3 – 30,5 г Na - 23 г

Задача № 9

Написать формулу Курлова для следующей воды (весовая форма выражения химического анализа):

Ca+2 - 25,9 мг\л;Cl- -18,0 мг/л;

Mg+2 - 17,0 мг/л; SO-24 - 11,5 мг/л;

Na - 33,3 мг/л; HCO-3 – 208,6 мг/л.

**Практическая работа № 4**

**Графическое изображение химического состава подземных вод (по Сулину) и характеристики Пальмера**

Цель работы.

Студент должен **знать**: химический состав и физические свойства подземных вод, условия залегания вод в недрах нефтяных и газовых месторождений, получение гидрогеологической информации.

Студент должен **уметь**: графически изображать химический состав подземных вод (по Сулину) и характеристики Пальмера.

Пояснения к работе.

Обычно результаты химического анализа вод представляют в виде таблиц, где приведены массовая ионная, массовая эквивалентная и процент-эквивалентная формы. Такие таблицы дают наиболее полное представление о химическом составе вод.

Химический состав вод изображают также графически, что позволяет наглядно и быстро сравнивать различные воды. Из многих графиков получили распространение графики-узоры и полулогарифмическая диаграмма.

В нефтепромысловой практике таблицы анализов вод часто дополняют характеристиками Ч. Пальмера. Под этим названием выделяют группы солей, которые могут быть образованы из ионов в порядке убывания их химической активности. Характеристики Пальмера вычисляют по результатам химического анализа в процентной эквивалентной форме.

**Контрольные вопросы**

1. В чем заключается метод «узоров»?
2. Что такое полулогарифмическая диаграмма?
3. Что такое щелочные и жесткие воды?

**Задание для выполнения практической работы**

1. Опишите как изображается химический состав вод по Ч. Пальмеру. Чем обусловлена:

- S1 - первая солёность;

- S2 - вторая солёность;

- S3 - третья солёность;

- S3 - третья солёность;

- А1 - первая щёлочность;

- А2 - вторая щёлочность;

- А3 - третья щёлочность.

1. Опишите химическую классификацию вод (по В. А. Сулину) по характерным соотношениям главных ионов, а затем – на группы и подгруппы по преобладающему аниону и катиону.

Заполните таблицу № 1.

Таблица № 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип вод** | **Коэффициенты** | | |
| rNa  rCl | rNa-rCl  rSO4 | rCl-rNa  rMg |
| Сульфатнонатриевый |  |  |  |
| Гидрокарбонатнонатриевый |  |  |  |
| Хлориднокальциевый |  |  |  |
| Хлоридномагниевый |  |  |  |

1. Описать графические методы изображения состава вод которые применяют для наглядного сравнения состава различных вод.

**Практическая работа № 5**

**Расчёт приведенных напоров и построение карты гидроизопьез.**

Цель работы.

Студент должен **знать**: использование гидрогеологических данных при поисках нефти и газа, использование гидрогеологических данных при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.

Студент должен **уметь**: рассчитывать приведенные напоры и строить карты гидропьез.

Пояснения к работе.

Карта гидроизопьез–совокупность линий, соединяющих точки с одинаковыми отметками пьезометрического (напорного) уровня напорного водоносного горизонта. С помощью карты гидроизопьез решают ряд практических задач, связанных с использованием артезианских вод для водоснабжения, с организацией защиты от них при вскрытии строительными котлованами кровли напорного пласта и т. д. По карте гидроизопьез изучают условия формирования потоков артезианских вод, определяют направление их движения (по нормали к гидроизопьезам в сторону меньших отметок), выделяют участки возможного самоизлива, устанавливают гидравлическую связь напорных вод с реками и пр.

Для построения карты гидроизопьез необходимо знать глубину залегания установившегося пьезометрического уровня в скважинах, колодцах и других горных выработках, а также абсолютные отметки устьев скважин и колодцев.

Кроме того, необходимо располагать высотными отметками точек выхода на поверхность восходящих источников данного водоносного горизонта и иметь отметки урезов воды рек, болот в области питания водоносного горизонта, где артезианские воды гидравлически связаны с грунтовыми. Затем вычисляют абсолютные отметки установившихся уровней. Все точки, по которым будут строиться гидроизопьезы, наносят на топографическую карту (обязательно с горизонталями) соответствующего масштаба. Строится карта гидроизопьез методом интерполяции. Однако в методике построения карты гидроизопьез существуют некоторые особенности, связанные с условиями залегания артезианских вод.

Так, при построении карты гидроизопьез допустимо пользоваться разновременными замерами установившихся пьезометрических уровней. Это обусловлено тем, что даже неглубоко залегающие артезианские водоносные горизонты в связи с наличием водоупорной кровли не испытывают в области распространения напора заметных изменений пьезометрических уровней во времени под влиянием метеорологических факторов. Кроме того, артезианские водоносные горизонты обычно не имеют гидравлической связи с водами рек, озер, болот и другого вида поверхностных водотоков и водоемов. Это дает основание при интерполяции использовать точки опробования артезианских вод, расположенные на разных берегах речных долин, озер, водоемов, болот и т. п. Нередко карты гидроизопьез совмещают с другими видами гидрогеологических карт.

Карта гидроизопьез обязательно сопровождается гидрогеологическими разрезами. На таких разрезах показывают стратиграфические границы, литологические особенности пород в виде колонок у стволов скважин, водоупорные толщи, напоры и абсолютные отметки пьезометрических уровней, водопроницаемость пород.

**Задание:**

По выданным образцам произвести расчёт напоров и проанализировать карты гидроизопьез.

**Практическая работа № 6**

**Определение по карте гидроизопьез напорного градиента, скорости фильтрации и расхода подземного потока**

Цель работы.

Студент должен **знать**: основные понятия гидродинамики, уравнение неразрывности потока, уравнение Бернулли, основные сведения о фильтрации подземных вод.

Студент должен **уметь**: определять по карте гидропьез напорный градиент, скорость фильтрации.

Пояснения к работе.

Коэффициент фильтрации —величина, характеризующая водопропускную способность горной породы, являющаяся постоянной для определенной породы. Представляет собой скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице, и выражается в м/сут или см/сек.

Под **скоростью фильтрации** понимают расход жидкости, т. е. объем жидкости, протекающей в единицу времени через единицу площади, выделенную в пористой среде.

Отношение разности напоров к длине пути фильтрации называется гидравлическим (напорным) градиентом. Чем градиент выше, тем больше скорость движения.

**I = ΔH/l,**

где ΔG = H1-H2 -  разность напоров (H);

l - длина пути фильтрации.

Фильтрация в полностью водонасыщенных водах при ламинарном (параллельном, спокойном, без завихрений) движении воды подчиняется закону Дарси.

**Q = КфFI,**

где Q - расход воды (кол-во фильтрующей воды через поперечное сечение F  в единицу времени);

Кф - коэффициент фильтрации;

F - площадь поперечного сечения потока воды ([водоносного пласта](http://sdspmk.ru/gruntwater));

I -  гидравлический градиент.

**Задание:**

По полученным расчётам и анализу предыдущей практической работы определить:

а) скорость фильтрации;

б) гидравлический градиент.

Литература:

1. Всеволжский В. А. Основы гидрогеологии [Электронный ресурс]: Учебник / В. А. Всеволжский - М.: Изд-во Московский университет, 2010.-449с. http:// www.bibliotech.sgu.ru
2. Научно-образовательный портал: new.znanium.com

Учебник Гидрогеология О. И. Серебряков, Л. Ф. Ушивцева, О. П. Жигульская, А.О. Серебряков, 2019 г. 233 стр.